第３講　2018年度 試行調査 第3問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

第３問　電磁波の性質に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問１〜４**）に答えよ。
〔**解答番号** 1 〜 5 〕（配点　20）

A　細い針金でできた枠をせっけん水につけて引き上げると，薄い膜（せっけん膜）ができる。これを鉛直に立て，白色光を当てて光源側から観察すると，**図１**のように虹色の縞模様（しまもよう）が見えた。この現象について考える。

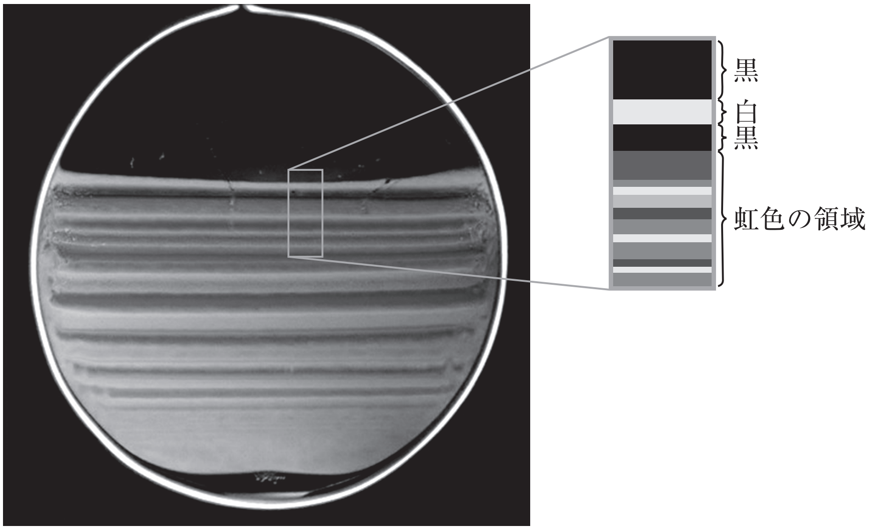


図１

問１　**図２**のように，波長 λ の光が，厚さ d，絶対屈折率 n のせっけん膜に垂直に入射する。せっけん膜の二つの表面で反射した光が強め合う条件を表す式として最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，空気の絶対屈折率を1とする。また，選択肢中の m は $m=0$，1，2，3，…である。 **1**

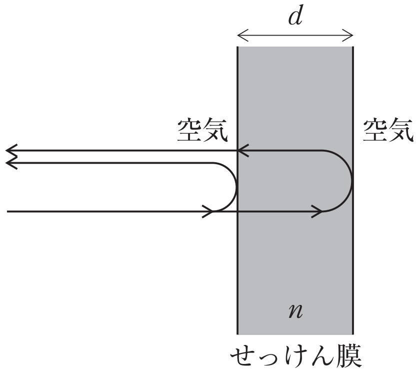


図２

① $\dfrac{d}{n}=m\lambda$

② $\dfrac{d}{n}=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

③ $\dfrac{2d}{n}=m\lambda$

④ $\dfrac{2d}{n}=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

⑤ $nd=m\lambda$

⑥ $nd=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

⑦ $2nd=m\lambda$

⑧ $2nd=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

問２　次の文章中の空欄 [2] ・ [3] に入れる語句として最も適当なものを，それぞれの直後の｛　　｝で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

[2] [3]

図１の「虹色の領域」には，[2] ｛①　赤・緑・青　②　赤・青・緑　③　青・赤・緑　④　青・緑・赤　⑤　緑・青・赤　⑥　緑・赤・青｝の色が上から順番に見え，これは波長が短い順である。したがって，この領域ではせっけん膜は [3] ｛①　上部ほど厚い　②　中央部が厚い　③　下部ほど厚い　④　厚さが一定｝と考えられる。

B　**図３**のように，金属板に垂直に電波を入射させたところ，電波は金属板に垂直に反射した。入射波と反射波を棒状のアンテナで受信し，電圧の実効値 V(電波の振幅に比例する) を測定した。アンテナから金属板までの距離 d と V の関係を調べたところ，**表１**のようになった。

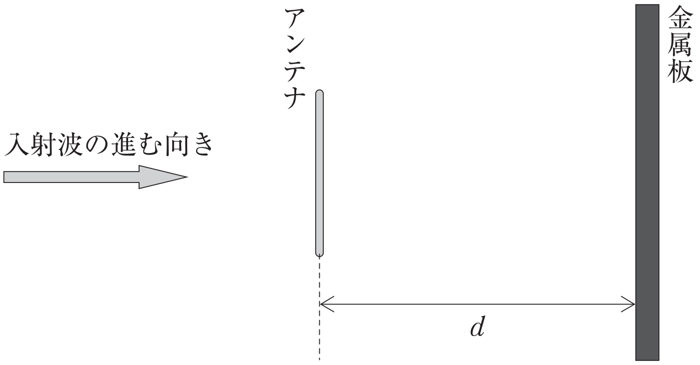


図３

表１

距離 d〔mm〕	82	84	86	88	90	92	94	96	98
電圧 V〔mV〕	135	94	20	38	94	152	157	130	61

距離 d〔mm〕	100	102	104	106	108	110	112	114	116
電圧 V〔mV〕	10	30	85	130	160	160	101	41	18

距離 d〔mm〕	118	120	122	124	126	128	130	132	134
電圧 V〔mV〕	77	128	160	160	129	98	25	57	113

問３　表１の実験結果から確認できる現象として最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **4**

① うなり　② ドップラー効果　③ 回折
④ 屈折　⑤ 吸収　⑥ 分散
⑦ 定常波（定在波）　⑧ 光電効果

問４　電波の波長はいくらか。最も近い値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。
5 mm

① 10　② 20　③ 30　④ 40　⑤ 50　⑥ 60

< Note >

■ 演習問題

1　次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問１～６**）に答えよ。

A　**図１**のように，空気中において，半径 r の円形をした平面ガラス A の上に，A と同じ形状の平面ガラス B を重ね，一方の端 P に厚さ a の金属箔を挟んだ。2 つのガラスは一点 O で接している。真上から波長 λ の単色光を入射し，真上から観察すると等間隔の平行な干渉縞が見えた。屈折率の小さい媒質を通過してきた光が屈折率のより大きい媒質で反射する際，位相が反転することに留意して，以下の問いに答えよ。ただし，空気の屈折率は 1.0，ガラスの屈折率は 1.5 とする。

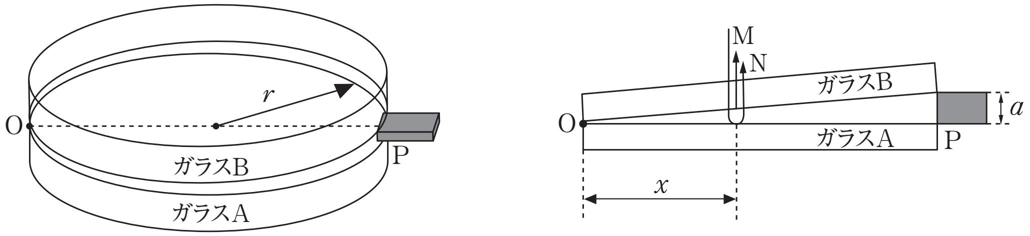


図１

問１　点 O から点 P に向かって距離 x の点において，ガラス A と B の間のくさび状の空気層の上面で反射する光の経路を M，空気層の下面で反射する光の経路を N としたとき，M と N の光路差を表す式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 1 ］

① $\dfrac{ax}{r}$　② $\dfrac{2ax}{r}$　③ $\dfrac{ax}{2r}$　④ $\dfrac{rx}{a}$　⑤ $\dfrac{2rx}{a}$　⑥ $\dfrac{rx}{2a}$

問２　点 O から 2 番目に近い明線について，点 O からの距離を表す式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 2 ］

① $\dfrac{\lambda r}{a}$　② $\dfrac{\lambda r}{2a}$　③ $\dfrac{3\lambda r}{2a}$　④ $\dfrac{\lambda a}{r}$　⑤ $\dfrac{\lambda a}{2r}$　⑥ $\dfrac{3\lambda a}{2r}$

次に，**図２**に示すように，ガラスＢを円形の平凸レンズＬに置き換えて，真上から波長λの単色光を入射してできる干渉縞を観察する。レンズＬの上面は平面で，下面は滑らかな凸状に膨らんでおり，中央部が周辺部に対して４分の１波長$\frac{\lambda}{4}$だけ突き出ているとする。点Ｃと点Ｑは，それぞれ，ガラスＡ上面の中心点と円周上の点（CQはOPと直交）である。以下の問いに答えよ。ただし，レンズの屈折率はガラスと同じとする。

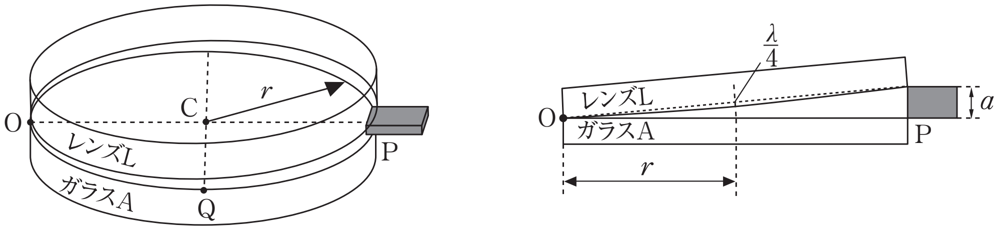


図２

問３　ガラスＡとレンズＬの間の空気層の上面で反射する光と空気層の下面で反射する光の光路差を点Ｃと点Ｑにおいて求めよ。最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。金属箔の厚さaはガラスＡの半径rに比べて十分に小さいとする。

点Ｃ [3]　　　点Ｑ [4]

① a　② $a-\frac{\lambda}{2}$　③ $a-\lambda$　④ $a-\frac{3\lambda}{2}$

⑤ $a+\frac{\lambda}{2}$　⑥ $a+\lambda$　⑦ $a+\frac{3\lambda}{2}$　⑧ λ

問４　**図１**のように平面ガラスＢを置いたときに見えた干渉縞が，**図３**の参考図のようであったとする。図中の黒い部分は暗線，白い部分は明線である。**図２**のように平凸レンズＬを置いた時に見える干渉縞として最も適切なものを**図３**の①～④のうちから一つ選べ。また，その理由を述べた文について，最も適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

理由 **5**　　図 **6**

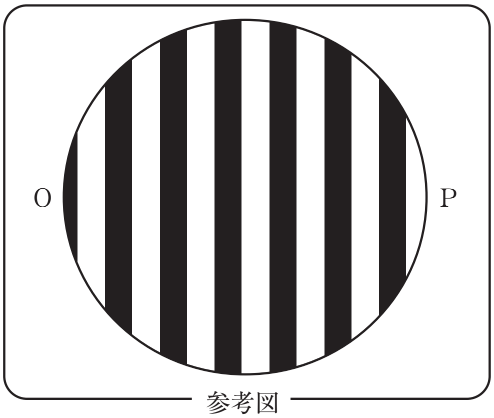
① 中心部は膨らんでいるが円形のガラスを用いているために，参考図と光路差は変わらないため，ガラスＢの時と同じ条件で干渉する。

② 中心部に行くにつれて光路差が $\frac{\lambda}{2}$ 程度減るため，OP 上で同じ光路差を得るためには，より点 O から遠い場所に移動する必要がある。

③ 中心部に行くにつれて光路差が $\frac{\lambda}{2}$ 程度増えるため，OP 上で同じ光路差を得るためには，より点 O から近い場所に移動する必要がある。

④ 中心部に行くにつれて光路差が $\frac{\lambda}{2}$ 程度減るため，OP 上で同じ光路差を得るためには，より中心点から遠い場所に移動する必要がある。

⑤ 中心部に行くにつれて光路差が $\frac{\lambda}{2}$ 程度増えるため，OP 上で同じ光路差を得るためには，より中心点から近い場所に移動する必要がある。



参考図

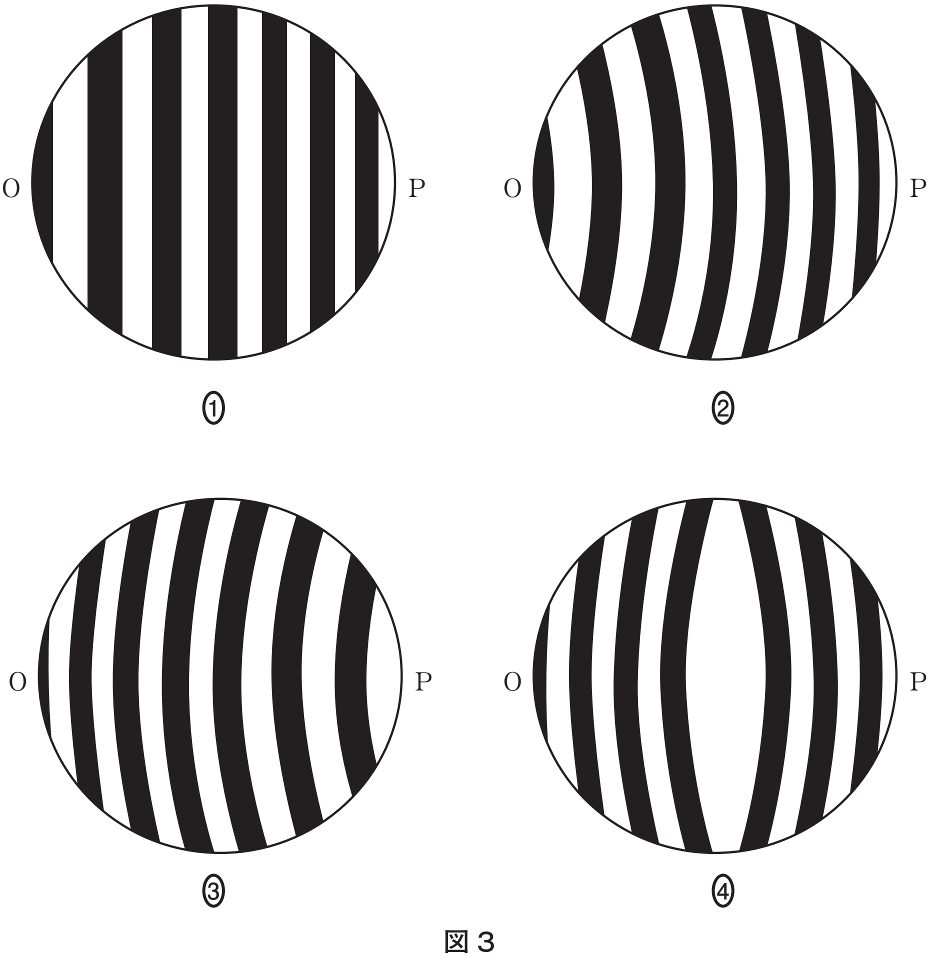


図３

B　P さんの家と消防署は，**図 4** のように一直線の道路に沿って建っている。救急車がサイレンを鳴らしながら消防署を出発し，一定の速度で走行した後に停車する。サイレンは一定の振動数 f_0 の音を出すとして，P さんが家で聞く救急車のサイレンの音の振動数について考える。ただし，消防署と P さんの家で区切られる道路の三つの領域を，それぞれ**図 4** のように A，B，C とする。

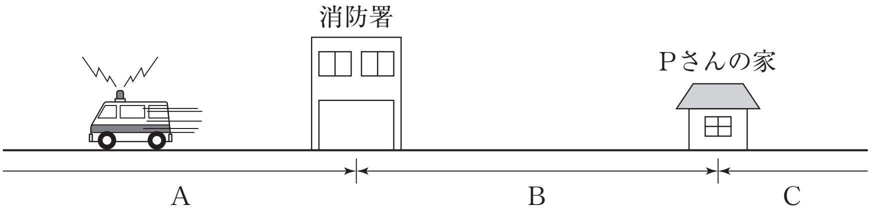
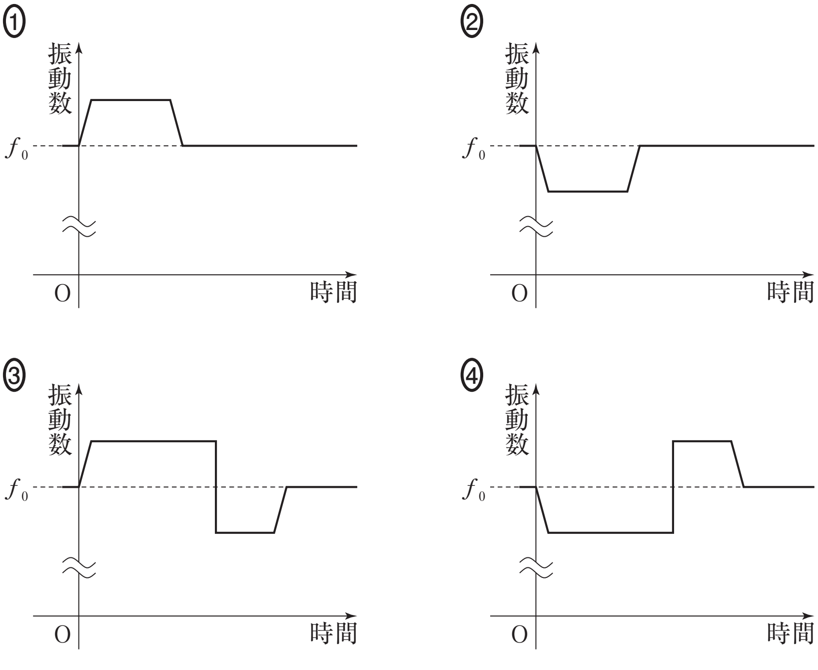


図 4

問 5　救急車が消防署を出発して，領域 A に停車した。このとき，P さんの聞く音の振動数は時間とともにどのように変化するか。また領域 C に停車した場合はどうか。それぞれ最も適当なグラフを，次の①～④のうちから一つ選べ。

領域 A　**7**　　　領域 C　**8**



問６　救急車は消防署を出発し，一定の速度で時間 T_0 の間走行した後停車した。このときＰさんが聞いたサイレンの音の振動数は**図５**のように時間変化した。**図５**において，振動数 f_1 の音が聞こえていた時間 T_1 は時間 T_0 の何倍になるか。最も適当なものを，下の①〜⑤のうちから一つ選べ。 **9** 倍

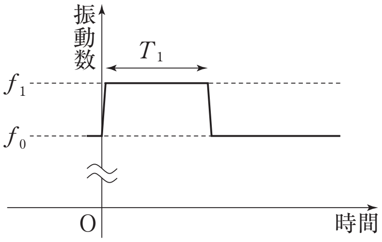


図５

① 1　　② $\dfrac{f_1}{f_1 - f_0}$　　③ $\dfrac{f_1 - f_0}{f_1}$　　④ $\dfrac{f_0}{f_1}$

⑤ $\dfrac{f_1}{f_0}$

第３講　2018年度 試行調査 第3問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第３問（20）	A	1	1	8	4
		2	2	4	3
			3	3	4
	B	3	4	7	4
		4	5	3	5

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問１	1	1
	問２	2	3
	問３	3	2
		4	1
	問４	5	2
		6	2
	問５	7	2
		8	3
	問６	9	4

＜ Note ＞